

셰일가스 개발과 환경규제

원광대 법학전문대학원 교수
류권홍

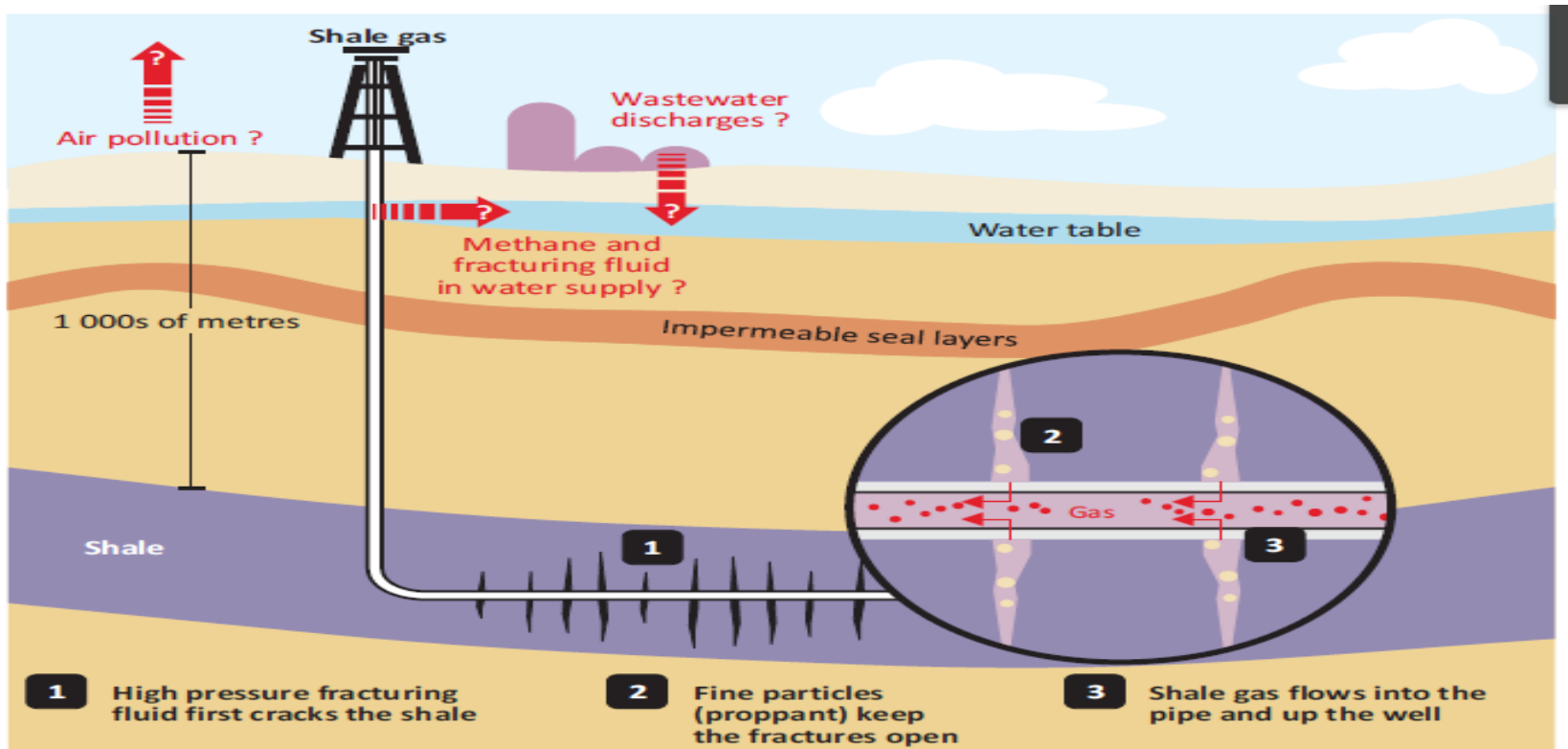
셰일가스의 개발

- 분출유정에서 파쇄유정으로
 - 자연적 균열(Naturally-Occurring Fracture)
 - 인위적 균열(Artificial or Man-Made Fracture)
- 셰일가스 개발이 가능하게 된 기술
 - 1821년 : 미국 뉴욕에서 셰일가스의 상업적 개발
 - 수압파쇄(Hydraulic Fracturing)
 - 폭파방식(Explosive Fracturing) : 1860- 1940년대 후반
 - 비폭발성 물질을 사용하자는 고민
 - 1903부터 수압방식의 시험 이후 1948년 최초 상업적 사용
 - 수평굴착(Horizontal Drilling)

수압파쇄의 현황

- 2010년 미국의 60%가 넘는 유정에서 사용되고 있음
- 2010년 7월, 600조 입방피트 이상의 천연가스와 60억 배럴 이상의 원유가 수압파쇄 방식의 적용으로 인해 추가 개발되었음 : 미국석유협회(American Petroleum Institute)

수평굴착



IEA, Golden Rules for a Golden Age of Gas

수압파쇄와 환경문제-대기오염

- 대기오염
 - 황산화물질·산화질소·미세먼지·오존 전구물질(Ozone Precursor)·이산화탄소의 배출
 - 생산된 천연가스를 상업·산업·가정용 소비자들에게 전달되는 수송망의 기준에 맞추기 위해 불순물들을 제거하는 과정에서 발생하는 대기오염
 - 유정의 완성과정에서는 많은 파쇄이수, 물 그리고 매장지 가스 등이 빠른 속도로 방출
 - 휘발성 유기화합물(volatile organic compound)은 물론 벤젠, 에틸벤젠 및 노말헥산(n-hexane)을 포함
- 사례
 - 2004년 4월 미국 매사추세츠주의 베벌리 힐스 고등학교에 있는 유정으로부터 배출되는 유해 가스(Fumes)로 인해 다른 주변지역에서 발생하는 암 발생률보다 20배 이상 높다는 주장
 - 콜로라도와 뉴멕시코주에서 수집된 9 가지 샘플에 기초한 연구 : 결정적이지는 못하더라도 가스정(井)과 생산시설에서 나오는 오염물질이 주변에 거주하는 사람 또는 주변의 작업장에서 일하는 사람들에게 미치는 영향을 강조

수압파쇄와 환경문제-온실가스

- 지구온난화 가스
 - 셰일가스의 개발에 더 많은 생산유정이 필요하며 이에 따라 더 많은 에너지 소요
 - 유정의 운영 : 이산화탄소를 대량으로 배출하는 디젤발전기 사용
 - 유정의 완성과정 : 많은 가스의 배출 또는 소각이 이루어짐
 - 소각의 경우 전통적 가스 생산방식보다 약 3.5%, 배출의 경우 12% 정도 배출량이 증가
- 많은 양의 메탄 가스의 배출
 - 의도적 배출 : 안전이나 경제적 이유로 의도적으로 천연가스를 배출하는 것
 - 일시적 배출
 - 파이프라인·밸브·봉인 등에서 발생하는 일부 누출
 - 우연한 사고에 의한 것이거나 안전 등 일정한 목적으로 위해 의도적으로 이루어지는 배출
 - 장비의 파열에 의한 배출
 - 불완전연소에 의한 배출

수압파쇄와 환경문제-수질오염

- 수압파쇄에 소요되는 물의 양
 - 약 100만에서 500만 갤런(약 $20,000\text{m}^3$)
 - 미국 서부 텍사스의 Eagle Ford : 2010년 중반 이후 18,500만 m^3 에서 13,600 m^3 로 감소
 - 수압파쇄를 위해 약 $15,000\text{m}^3$ 의 물이 필요하다면, 대당 약 30m^3 의 적재량을 가진 500대 정도의 트럭에 의한 수송 물량이 발생
- 수질오염의 내용
 - 지하수면 하락 → 생물다양성 파괴, 해당 지역의 생태계 파괴
 - 해당지역에서의 농업에 심각한 타격
 - 물의 재처리 문제, 석유·가스의 생산과정에서 같이 따라 나오는 염수(Produced Water)의 문제, 식수의 오염문제

수압파쇄와 환경문제-화학물질

- 수압파쇄 과정에서 사용되는 화학물질
 - 화학물질의 양은 전체의 0.5% 이하이기 때문에 그 양이 미미할 수 있음
 - 다만, 어떤 화학물질이 사용되고 있는지 정확하게 공개되지 않고 있는 점
 - 화학물질들이 어떤 작용을 통해 환경에 유해한 영향을 미칠지 정확하지 않다는 점
 - 대표적인 화학물질
 - 점성을 높이기 위한 구아검(Guar Gum)
 - 결합을 강화하는 지르코늄(Zirconium) 또는 붕소(Boron)
 - 윤활유

수압파쇄와 환경문제-소음

- 소음 문제
 - 셰일가스의 개발 초기 2주에서 1달에 이르는 기간 동안의 굴착이나 파쇄과정에서 상당한 소음이 발생
 - 법률에 의해 통제되고, 다양한 방식으로 측정되고 통제되고 있음
- 통제 방법
 - 굴착이나 파쇄과정에서의 소음 발생량을 직접적으로 통제 : 전형적인 기준은 유정부지의 끝으로부터 200-400피트 떨어진 지역에서 측정된 소음이 70-90 데시벨을 초과하지 못하도록 하는 것
 - 소음을 방지하기 위한 방법 : '소음 담요(Sound Blanket)'의 사용
 - 텍사스주의 규제방법 : 낮에는 주변소음보다 5 데시벨 야간에는 3 데시벨을 초과할 수 없음

수압파쇄와 환경문제-지반침하

- 지반침하
- 사례
 - 영국의 BlackPool 지역 : 수압파쇄작업 직후
2011년 4월 1일 규모 2.3의 지진 발생, 5월 27
일 1.7 규모의 지진 발생
 - 작업 중단, 보고서 작성
 - 2009년 6월 2일 2.8 규모의 지진이 텍사스주
의 클레번에서 발생

환경문제의 해결방안

-국제에너지기구의 Golden Rules-1

- 측정, 공개 및 참여
 - 지역공동체, 주민 기타 이해관계자들의 참여
 - 수압파쇄 작업의 시작 전에 지하수의 수질 등과 같은 환경 기준의 작성 및 지속적 감시
 - 물 사용에 대한 측정 및 정보의 공개
 - 사회적, 환경적 책임에 대한 넓은 관점에서 운영 과정에서의 환경파괴 최소화 및 개발로 인한 혜택에 대한 지역사회와의 공유
- 굴착지에 대한 감시
 - 지역사회, 문화재, 기존의 토지 사용, 거주민, 생태에 최소한의 영향을 미치는 지역의 선택
 - 해당 지역에 대한 지질학적 조사
 - 수압파쇄가 천연가스의 생산을 위한 범위를 넘지 않도록 감독
- 유정에 대한 기준 및 유출 방지조치
 - 유정의 설계, 건설, 시멘팅 등에 대한 강력한 기준의 제정
 - 수압파쇄에 대한 적절하고 최소한의 심도 기준 고려
 - 지표에서 또는 유정으로부터의 오염물질 유출 방지

환경문제의 해결방안

-국제에너지기구의 Golden Rules-2

- 물 처리
 - 운영효율의 증대를 통한 물 사용 감소
 - 염수 및 폐수의 안전한 저장 및 처분
 - 화학물질의 사용 최소화 및 환경친화적 물질의 개발 및 사용
- 천연가스 및 기타 가스의 배출 금지, 소각 최소화
 - 천연가스 배출의 금지와 소각의 최소화
 - 자동차, 굴착 엔진, 펌프 엔진 및 컴프레서 등으로부터 발생하는 대기오염의 최소화
- 고차원적 사고에 의한 환경보호
 - 규모의 경제, 공동 개발을 통한 환경오염 발생 최소화
 - 다수의 굴착, 생산, 수송이 가져 올 수 있는 누적적인 효과에 대한 고려(물의 사용과 처분, 토지의 사용, 대기질, 도로교통 및 소음 등)
- 지속적으로 높은 수준의 환경 기준을 준수할 것에 대한 보장
 - 재정이 확보되고, 적절한 기술과 의욕을 가진 충분한 인력을 확보한 규제기구
 - 높은 수준의 운영을 보장하고, 혁신과 기술발달을 촉진하기 위해 규범적 규제와 실행적 규제 사이의 적절한 조화
 - 응급조치 계획의 수립
 - 규제와 운영 관행의 꾸준한 개선
 - 독립적인 평가와 환경기준 준수에 대한 검증

환경문제의 해결방안

-미국 에너지부의 90-Days Report

- 셰일가스 개발에 관한 정보의 공개 개선
- 연방정부 규제기관과 주정부 규제기관의 교류 증진
- 대기질의 개선
 - 전체적인 메탄과 다른 오염물질 방출에 관한 정보를 수집하기 위한 시스템 구축에 필요한 개발구역 단위의 개발업자 정보의 구축
 - 셰일가스 생산과저에서 발생하는 전반적인 온실가스 배출에 대한 정보취득과 분석을 위한 연방정부 차원의 계획 추진
 - 셰일가스 개발업자와 규제자들이 오염물질 배출 감소를 위한 노력을 즉시 확대하도록 장려
- 수질보호
 - 지속적인 측정을 통해 수질 관리에 대한 체계적 접근 및 셰일가스 생산의 모든 단계에서 물의 흐름과 구성에 관한 정보의 공개를 촉구
 - 물의 저수와 흐름에 대한 측정 및 정보의 보고
 - 다른 지역 사이에서 발생하는 물의 이동에 관한 기록
 - 개발, 생산 등에서의 모든 활동에 대한 최선의 기술(관행) 수용
 - 가능한 메탄 유출에 대한 추가적 연구
 - 수질측정을 위한 기초조사 및 셰일가스 생산활동 시작 전 보고
 - 공무원들의 현장 감시, 관련 규정 및 집행의 현실화
- 파쇄이수 구성물의 공개
- 디젤 연료 사용의 감축
- 지역공동체, 토지 사용, 야생동물 및 생태계에 대한 단기·누적적 영향 관리
- 최선의 기술(관행) 구축
- 연구와 개발

환경문제의 해결방안

-영국의 수압파쇄에 대한 재검토 보고서

- 지하수 오염 방지
 - 영국의 환경 규제기관은 영국지리조사원과 포괄적인 조사를 시행할 것
 - 운영자는 각 유정개발지역에 따라 메탄과 다른 지하수 오염원에 대한 모니터를 시행할 것
 - 폐기된 유정에 대한 모니터링을 시행할 것
 - 운영자への 해 수집된 정보가 관련 규제기관에 제출될 것
- 유정의 안전
 - 운영자로부터 유정 감시인의 독립성을 보장하는 가이드라인 제정
 - 유정설계는 건강·안전·환경 관점에서 유정 감시인에 의해 검토될 것
 - 설계와 동일하게 시공된 것을 유정 감시인에 의해 현장에서 감시될 것
 - 압력 시험, 시멘트 접착 등이 적절히 시행되었는지 등의 유정 안전성을 확인할 것
 - 유정 시험과 유정 검사의 보고서는 에너지·환경부에 제출되어야 함
- 지진의 완화
 - 국가가 영국 셰일암층의 단층에 대한 조사를 시행할 것
 - 수압파쇄 동안 그리고 그 이후에 지진파의 변화에 대해 모니터링할 것
 - 교통망 모니터링 시스템과 유정 주입에 대한 정보의 교류를 통해 지진의 영향을 최소화할 수 있는 행동을 취할 것
 - 수압파쇄로 인한 지진파에 대한 규제 및 운영자와 정부기관 사이의 정보교류를 통해 수압파쇄의 최적지를 선택할 수 있도록 할 것
- 천연가스 누출의 방지
 - 운영자는 메탄 기타 가스의 누출 가능성과 관련된 모니터링을 시행할 것
 - 운영자가 수집한 정보는 관련 규제기관에 제출될 것
- 수자원 관리
 - 물 사용의 최소화를 위한 기술 및 운영관행 구축 및 물 부족 지역으로부터 물을 끌어 사용하는 것의 금지
 - 폐수는 재활용되거나 재사용할 것
 - 물 처리나 물의 처분에 관한 사항은 사업초기부터 계획될 것

수압파쇄에 대한 국내법적 규제

-미국-1

- SDWA(Safe Drinking Water Act)
 - 음용 지하수를 오염시킬 수 있는 물질의 주입에 대한 규제에 관한 프로그램(UIC, Underground Injection Control)이 포함되어 있었음
 - 주정부들이 각자의 UIC에 대해 연방정부의 승인을 얻으면, 연방환경청이 SDWA의 기준에 맞지 않는다고 선언하지 않는 한 주 정부의 권한이 우선함
- 2005년 SDWA의 수압파쇄 규제권 삭제
 - 에너지정책법(Energy Policy Act)의 개정을 통해 SDWA의 관할에서 지하주입(Underground Injection)을 제외하도록 규정 : 디젤유를 사용한 수압파쇄의 경우 제외
 - 비판적인 시각에서 "Halliburton Loophole"이라고 표현하고 있음
 - 연방환경청은 디젤유를 사용한 수압파쇄의 경우 SDWA, 수압파쇄 과정에서 발생하는 물의 처리에 대한 Clean Air Act를 통해 부분적 규제
 - 화학물질의 성분의 공개 등을 내용으로 하는 많은 법안들이 제출되었으나 현재 까지 상원이나 하원을 통과한 법안은 없음
 - Regulation of Hydraulic Fracturing Under the Safe Drinking Water Act : http://water.epa.gov/type/groundwater/uic/class2/hydraulicfracturing/wells_hydroreg.cfm

수압파쇄에 대한 국내법적 규제

-미국-2

- SWDA의 지하주입에 관한 연방법원의 해석
 - Legal Environmental Assistance Foundation, Inc. v. U.S. E.P.A. 1997
 - 알라바마주의 UIC가 석탄층 가스 개발에 대한 규제를 하지 않고 있으므로 연방환경청이 이를 취소하도록 청원하였으나, 연방환경청은 관할권이 없다고 거부하여, 이를 LEAF가 연방법원에 제소
 - 법원은 수압파쇄는 SWDA의 지하주입 범주에 속하므로 연방환경청의 규제사항이라고 판결
 - Legal Environmental Assistance Foundation, Inc. v. U.S. E.P.A. 2001
 - 석탄층 메탄가스 개발에서의 수압파쇄를 Class II 유사 등급으로 분류한 것은 1997년 판결을 위반한 것이라고 판결
- 이 판결들 이후 수압파쇄를 SWDA의 관할에 포함시키는 법안들이 제출되었으나 진전이 없음
- 연방정부와 주정부(셰일가스 개발사업자)의 관할권 다툼이 심한 상황
- 각 주들 또한 주어진 현황에 따라 다양한 규제양상을 보이고 있음

수압파쇄에 대한 국내법적 규제

-호주-1

- Queensland,
 - 새로운 규제 : 환경보호법(section 312W of the Environmental Protection Act 1994)
 - 화학물질의 총량, 사용의 규제 (containing benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (commonly referred to as BTEX))
- New South Wales
 - 수압파쇄 또는 화학물질에 관한 규제가 없음
 - 2011년 선거 과정에서 NSW 공동정부는 화학물질의 사용 금지를 선언했음
 - 다만, 해당 공약이 현실화 여부는 불확실함
- 이런 불확실한 규제상황에서도, 개발회사들은 수압파쇄과정에서 발생하는 환경문제에 대한 주의 깊은 평가가

수압파쇄에 대한 국내법적 규제 -호주-2

- 서호주
 - 광업&석유부(the Department of Mines and Petroleum (DMP))에서 관할
 - 셰일, 치밀, 석탄층가스는 전통석유와 가스와 유사하게 규제됨
 - the *Petroleum and Geothermal Energy Resources Act 1967*, *Petroleum Pipelines Act 1969*
 - Schedule of Onshore Petroleum Exploration and Production Requirements 1991
 - 현재까지 수압파쇄에 대한 직접적인 법령은 없음
 - Environmental Protection Bulletin No. 15 : Hydraulic fracturing of gas reserves :
<http://www.epa.wa.gov.au/EPADocLib/EPB%2015%20Fracking%20050911.pdf>

마치며

- 셰일가스 개발에서의 환경문제는 국제적인 쟁점임
- 환경규제는 개별 국가, 그리고 지방정부의 상황에 따라 다르게 이루고 있음
 - 자원부국, 자원빈국
 - 셰일가스 매장지의 특징 : 도시인근? 농촌
 - 수자원의 민감성
- 다만, 화학물질 규제는 강화될 것이며 비전통 자원개발 산업계에서의 일반적 관행 또는 기준이 수립되어 적용될 것임